Iranian Journal of Animal Science Research
Vol. 13, No. 4, Winter 2022, p. 537-549

نشریه پژوهشهای علوم دامی ایران
جلد ۱۳، شماره ۴، زمستان ۱۴۰۰، ص. ۵۴۹-۵۳۷

مقاله پژوهشی

اثر جایگزینی سطوح مختلف بیوچار با مکمل معدنی جیره بر شاخص‌های عملکرد رشد، کیفیت گوشت و خاکستر استخوان جوجه‌های گوشتی

مطهره کاشف[1]، محسن افشارمنش[2*]، محمد سالارمعینی[2]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۰۲/۲۱
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۱۲/۲۳

کاشف، م.، م. افشارمنش، و م. سالارمعینی. ۱۴۰۰. اثر جایگزینی سطوح مختلف بیوچار با مکمل معدنی جیره بر شاخص‌های عملکرد رشد، کیفیت گوشت و خاکستر استخوان جوجه‌های گوشتی. پژوهشهای علوم دامی ایران ۱۳(۴): ۵۴۹-۵۳۷.

چکیده

این مطالعه به‌منظور ارزیابی اثر جایگزینی سطوح مختلف بیوچار (Biochar) با مکمل معدنی جیره بر شاخص‌های عملکرد رشد، کیفیت گوشت و خاکستر استخوان جوجه‌های گوشتی انجام شد. این آزمایش با ۲۵۰ قطعه جوجه گوشتی سویه راس ۳۰۸ در قالب طرح کاملا تصادفی با ۵ تیمار، ۵ تکرار و ۱۰ قطعه جوجه در هر پن اجرا شد. تیمارها شامل: ۱) جیره شاهد (بدون ماده بیوچار و حاوی ۱۰۰ درصد مکمل معدنی)، ۲) جیره شاهد و جایگزینی ۲۵ درصد مکمل معدنی با ماده بیوچار، ۳) جیره شاهد و جایگزینی ۵۰ درصد مکمل معدنی با ماده بیوچار، ۴) جیره شاهد و جایگزینی ۷۵ درصد مکمل معدنی با ماده بیوچار و ۵) جیره جایگزینی۱۰۰ درصد مکمل معدنی با ماده بیوچار بودند. در کل دوره آزمایش، جایگزینی مکمل مواد معدنی با بیوچار بر وزن بدن، مصرف خوراک، ضریب تبدیل خوراک، خاکستر استخوان و شاخص تولید اروپایی اثر نداشت. میزان pH گوشت در تیمار ۷۵ درصد بیوچار بدون تفاوت معنی‌داری با تیمار ۲۵ درصد از همه تیمارها بیشتر و میزان افت خونابه تیمار ۷۵ درصد بیوچار از همه تیمارها کمتر بود اما بین بقیه تیمارها تفاوت معنی‌داری دیده نشد. شاخص رنگ روشنایی و زردی تحت تاثیر ماده آزمایشی قرار نگرفت اما شاخص رنگ قرمزی در تیمار ۷۵ درصد و ۵۰ درصد بیوچار مشابه و از سایر تیمارها بیشتر بود. به‌طور کلی، استفاده از بیوچار در سطح ۷۵ درصد علاوه بر داشتن عملکرد مشابه با تیمار شاهد سبب بهبود کیفیت گوشت جوجه‌های گوشتی (pH گوشت، درصد افت خونابه و شاخص رنگ قرمزی) شد. از جنبه اقتصادی نیز، جایگزینی مکمل معدنی جیره با بیوچار موجب کاهش چشمگیر هزینه جیره شد.

واژه های کلیدی: اسید هیومیک، درصد افت خونابه، شاخص اقتصادی، شاخص رنگ قرمزی.

مقدمه

به طورکلی در واحدهای پرورش طیور صنعتی حدود ۷۰ تا ۷۵ درصد از هزینه‌های تولید مربوط به هزینه خوراک است (۲). بنابراین بیش‌ترین هزینه در تولید گوشت و تخم طیور مربوط به هزینه جیره غذایی است. جیره غذایی علاوه بر مواد خوراکی شامل افزودنی‌های خوراک نیز می‌باشد که به‌منظور به‌کارگیری هر چه بهتر خوراک توسط طیور، بهبود ضریب تبدیل خوراک، حفظ سلامتی پرنده و به‌تبع آن کاهش هزینه و کسب بیش‌ترین سود اقتصادی مورد استفاده قرار می‌گیرند (۳). ونگ و همکاران (۲۰۰۸) بیان نمودند در تغذیه طیور، ماده‌ای از جایگاه خاصی برخوردار است که سبب بهبود سلامتی و ایمنی دستگاه گوارش شود (۳۷). در سال‌های اخیر توجه برخی از محققین به‌استفاده از افزودنی‌هایی در جیره معطوف شده است که علاوه بر دارا بودن اثرات مثبت در تغذیه طیور، سبب کاهش هزینه خوراک نیز بشوند. از جمله این مواد می توان به ترکیبات هیومیک اشاره نمود که از تجزیه

۱-دانش آموخته کار شنا سی ار شد گروه علوم دامی دان شگاه شهید باهنر کرمان، کرمان، ایران.
۲- دانشیار گروه علوم دامی دانشگاه شهید باهنر کرمان، کرمان، ایران.
(*- نویسنده مسئول: Email: mafshar@uk.ac.ir)
Doi:10.22067/ijasr.2021.38290.0

موادآلی (گیاه، خاک و زغال سنگ) حاصل می شوند (۲۸). اجزای اصلی ترکیبات هیومیکی شامل: اسید هیومیک، فولویک اسید و هیومین است که از مشهورترین گروه آن می توان به اسید هیومیک اشاره نمود. البته هر یک از این سه بخش خصوصیات ویژه و منحصر به خود را دارد (۱۳).

بیوچار ماده ای است که حاوی ۱/۶ درصد اسید هیومیک و ۰/۶۲ درصد فولویک اسید می باشد. بیوچار زغال تهیه شده از زیست‌توده‌های گیاهی و ضایعات کشاورزی است که با وجود میزان کم یا عدم وجود اکسیژن تولید و به‌عنوان کود استفاده می‌شود. این ماده به‌صورت جامد بوده و سرشار از کربن است. بیوچار به‌عنوان جاذبی برای حذف یون‌های فلزات سنگین، کادمیوم (II)، مس (II)، سرب (II) و روی (II) از فاز آبی عمل می‌کند. این نوع زغال می‌تواند سبب ترسیب کربن شود و گازهای گلخانه‌ای را جذب کند و به‌علت سرعت تجزیه بسیار کند نسبت به‌سایر مواد آلی، ظرفیت زیادی برای کاهش گازهای گلخانه‌ای از قبیل دی‌اکسیدکربن و متان که از ضایعات آزاد می‌شود را دارد و می‌تواند کربن را برای دوره‌های طولانی ذخیره کند (۱۵، ۲۲ و ۳۲). افزودن بیوچار می‌تواند باعث کاهش آلودگی آمونیاک در خاک و تنظیم سطح رطوبت آن شود. این ماده دارای ظرفیت نگهداری آب بسیار بالا است و می‌تواند تا ۵ برابر وزن خود آب جذب کند (۲۹).

بیوچار سبب اصلاح خاک شده و حاصلخیزی آن را افزایش می‌دهد. این نوع کود محصولات کشاورزی را افزایش داده و می‌تواند در برابر برخی بیماری‌های گیاهی، از گیاهان محافظت کند. گسترش کشاورزی زیستی و نیز آلودگی‌های جوی از سوی دیگر باعث شده است تا استفاده از این نوع کود در دنیا روز به روز افزایش پیدا کند. اما در ایران، این ماده آلی تا حدودی ناشناخته باقی مانده‌است (۲۲ و ۳۲). گزارش‌هایی مبنی بر اثربخش بودن استفاده از بیوچار در خوراک دام یافت می‌شود، افزودن سطح یک درصد از بیوچار محصول فرعی پسته به جیره بره-های پرواری سبب افزایش رشد، بهبود راندمان تبدیل خوراک و افزایش تولید پروتئین میکروبی گردید و بیان شد استفاده از این ماده در سطح یک درصد، به جیره بره‌های پرواری به‌عنوان یک افزودنی خوراکی، قابل توصیه است (۲۱). بیوچار به دلیل دارا بودن بسیاری از مواد معدنی و همچنین اسید هیومیک شاید بتواند جایگزین مکمل‌های معدنی شده و سبب کاهش هزینه‌های تولید جیره گردد. به‌هر حال استفاده از این ماده به عنوان افزودنی خوراک در تغذیه دام و طیور ایده‌ای نو بوده و به‌نظر می رسد تحقیقات بیشتری در این زمینه لازم باشد. در این مطالعه چهار سطح بیوچار به‌عنوان منبع اسید هیومیک جایگزین مکمل معدنی جیره گردید و اثرات آن بر عملکرد رشد، کیفیت گوشت و خاکستر استخوان جوجه‌های گوشتی مورد بررسی قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

این آزمایش با تعداد ۲۵۰ قطعه جوجه گوشتی یک روزه که بر اساس طرح کاملا تصادفی به پنج تیمار تقسیم شدند، در مرغداری تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه باهنر کرمان انجام شد. هر تیمار پنج تکرار و هر تکرار مشتمل بر ۱۰ قطعه جوجه نر بود. در این تحقیق از معدن بیوچار کوهبنان، ماده آزمایشی بیوچار به عنوان منبع اسید هیومیک تهیه و پس از بررسی آنالیز نمونه بیوچار مصرفی توسط شرکت از نظر ماده خشک، پروتئین خام، چربی خام،کلسیم، فسفر و میزان اسید هیومیک و اسید فولویک و اطمینان از عدم آلودگی به سالمونلا و ای-کلای مورد استفاده قرار گرفت. عناصر غذایی موجود در بیوچار در جدول ۱ ارائه شده است.

جدول ۱- نتایج آنالیز مواد مغذی و عناصر موجود در بیوچار
Table 1- Nutrients analysis of Biochar

تجزیه ترکیب شیمیایی chemical composition	میزان به درصد Percentage
انرژی (کیلو کالری بر کیلوگرم) Energy (Kcal/kg)	48.5
فیبر خام Crude Fiber	5.18
پروتئین خام Crude Protein	1.46
چربی خام Ether Extract	0.1<
خاکستر Ash	87.97
کلسیم Calcium	0.60
فسفر Phosphorus	0.04
سلنیوم Selenium	<0.01
مس Copper	0.01
ید Iodin	<0.01
آهن Iron	6.9
منگنز Manganese	0.02
روی Zinc	0.01
اسید هیومیک خالص Humic Acid	1.6
اسید فولویک خالص Fulvic Acid	0.06
ماده آلی Organic matter	12.03

جیره‌های آزمایشی بر پایه ذرت، کنجاله سویا در سه دوره آغازین (۱-۱۰ روزگی)، رشد (۱۱-۲۴ روزگی) و پایانی (۲۵- ۴۲ روزگی) و بر

اساس احتیاجات غذایی سویه راس (۶) تنظیم شدند (جدول ۲). جوجه‌های یک گروه به عنوان شاهد در نظرگرفته شده و با جیره غذایی پایه (فاقد ماده افزودنی بیوچار) تغذیه شدند. برای تیمارهای دو تا پنج، از سطوح مختلف ماده بیوچار با نسبت‌های ۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ درصد بیوچار جایگزین مکمل معدنی جیره استفاده شد.

جدول ۲- اجزاء و ترکیب شیمیایی جیره‌های پایه مورد استفاده در سنین مختلف پرورش جوجه‌های گوشتی

Table 2- Diet formulation and calculated chemical composition of the basal ration (as fed).

اجزای جیره (درصد) Feed ingredient (%)	جیره آغازین starter diet (1-10 days)	جیره رشد growth diet (11-24 days)	جیره پایانی finisher diet (25-42 days)
دانه ذرت Corn	51.1	54.09	58.85
کنجاله سویا Soybean meal	42.15	38.47	33.15
روغن گیاهی سویا Soy oil	2.38	3.5	4.38
کربنات کلسیم Calcium carbonate	1.44	1.33	1.23
دی کلسیم فسفات Di calcium phosphate	1.52	1.32	1.13
نمک Salt	0.3	0.3	0.3
دی- ال متیونین DL- Methionine	0.42	0.36	0.33
ال- لیزین هیدرو کلراید L- lysine hydrochloride	0.19	0.13	0.13
مکمل ویتامینه و معدنی[1] Vitamin and mineral premix[1]	0.50	0.50	0.50
ترکیب شیمیایی محاسبه شده: Calculated chemical composition			
انرژی قابل سوخت و ساز ME (kcal/ kg)	3000	3100	3200
پروتئین خام Crude protein (%)	23	21.5	19.5
کلسیم Calcium (%)	0.96	0.87	0.79
سدیم Sodium (%)	0.17	0.16	0.16
فسفر قابل دسترس Available phosphorous (%)	0.48	0.43	0.39
متیونین Methionine (%)	0.74	0.64	0.59
لیزین Lysine (%)	1.44	1.29	1.16
متیونین+ سیستئین cysteine (%)Methionine +	1.08	0.99	0.91

[1] مکمل ویتامینه و مواد معدنی مواد زیر را در هر کیلوگرم از جیره تأمین می‌کرد: ۱۲۰۰۰ واحد ویتامین A، ۵۰۰۰ واحد ویتامین D3، ۲/۵۵ میلی گرم ویتامین K3، ۳ میلی گرم تیامین، ۷/۵ میلی گرم ریبوفلاوین، ۴/۵ میلی گرم ویتامین B6، ۰/۰۲ میلی گرم ویتامین B12، ۵۱ میلی گرم نیاسین،۱/۵ میلی گرم اسید فولیک، ۰/۲ میلی گرم بیوتین، ۱۳/۵ میلی گرم پانتوتنیک اسید، ۲۵۰ میلی گرم کولین کلرید، ۱۲۰ میلی گرم منگنز (سولفات منگنز)، ۱۶ میلی گرم مس (سولفات مس)، ۱ میلی گرم ید (یدات پتاسیم)، ۴۰ میلی گرم آهن(سولفات آهن)، ۱۰۰ میلی گرم روی (سولفات روی).

[1]Vitamin and mineral premix supplied per kilogram of diet: vitamin A, 12000 IU; vitamin D3, 5000 IU; vitamin K3, 2.55 mg; thiamin, 3 mg; riboflavin, 7.5 mg; vitamin B6 (pyridoxine), 4.5 mg; vitamin B12, 0.02 mg; niacin, 51 mg; folic acid, 1.5 mg; biotin, 0.2 mg; pantothenic acid, 13.5 mg; choline chloride, 250; Mn, 120 mg (manganese sulphate); Cu, 16 mg (copper sulphate); I, 1 mg (potassium iodate); Fe, 40 mg (ferrous sulphate); Zn, 100 mg (zinc sulphate).

برنامه نوری شامل ۲۴ ساعت روشنایی در کل دوره پرورش بود. درجه حرارت سالن متناسب با سن پرنده‌ها کنترل شده و تمامی جوجه‌ها به صورت آزاد به غذا و آب آشامیدنی دسترسی داشتند. در دوره پرورش میزان خوراک مصرفی و وزن بدن پرندگان هر تکرار به طور هفتگی با ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۰۱± وزن کشی می‌شد.

خوراک مصرفی در اول هر هفته توزین گردیده و در مقادیر مشخص در سطل‌های جداگانه برای هر واحد آزمایشی ریخته شد و در طول هفته در اختیار جوجه‌ها قرار می‌گرفت. در پایان هفته خوراک باقی‌مانده در سطل توزین و سپس سطل خالی و دوباره مقدار مشخصی خوراک برای مصرف هفته آینده در سطل ریخته می‌شد. وزن بدن و مصرف خوراک در پایان هفته و دوره اندازه‌گیری و برای محاسبه شاخص‌های عملکردی از جمله افزایش وزن روزانه، مصرف خوراک روزانه و ضریب تبدیل غذایی استفاده شدند. تلفات روزانه مربوط به هر تکرار نیز در طول دوره آزمایش وزن و ثبت شدند و با توجه به درصد تلفات موجود در هر یک از واحدهای آزمایشی، درصد ماندگاری محاسبه شده و همچنین برای مقایسه عملکرد تولید (اضافه وزن روزانه، مصرف خوراک دوره، درصد ماندگاری، شاخص تولید و ضریب تبدیل غذایی) گروه‌های آزمایشی مختلف، شاخص بازده تولید با استفاده از رابطه ۶ محاسبه گردید.

(۱) (تعداد تلفات× تعداد روز ماندگاری جوجه‌های تلف شده)+ (تعداد روز دوره× تعداد جوجه زنده در انتهای دوره)= مرغ روز

(۲) مرغ روز ÷ (وزن تلفات+ وزن گروهی در ابتدای دوره–وزن گروهی در پایان دوره = افزایش وزن بدن (گرم/پرنده/روز)

(۳) مرغ روز ÷ (وزن دان باقی مانده (گرم) – وزن دان اولیه (گرم))= مصرف خوراک (گرم/پرنده/روز)

(۴) افزایش وزن هر واحد آزمایشی در آن دوره (گرم/پرنده/روز) ÷ مصرف خوراک هر واحد آزمایشی در آن دوره (گرم/پرنده/روز) = ضریب تبدیل غذایی

(۵) تعداد قطعه جوجه در شروع دوره ÷ تعداد قطعه مرغ زنده در پایان دوره = درصد ماندگاری گله

(۶) (تعداد روزهای دوره پرورش × ضریب تبدیل دوره)÷ (میانگین وزن به کیلوگرم × درصد ماندگاری)= شاخص کارایی تولید

در پایان دوره آزمایش یک پرنده از هر تکرار انتخاب و از آن‌ها خون‌گیری شد. پرندگان بعد از توزین، ذبح شدند. از نمونه‌های کشتار شده جهت انجام آزمایش کیفیت گوشت (شامل اندازه‌گیری میزان اسید تیوباربیتوریک، pH، ظرفیت نگهداری آب، میزان خونابه، افت در نتیجه پخت و رنگ گوشت) استفاده گردید. جهت اندازه گیری میزان مالون دی آلدئید، نمونه‌های گوشت بعد از کشتار در دمای ۱۸- درجه سانتی‌گراد نگهداری شده و ۳۰ روز بعد از نظر میزان مالون دی آلدئید (MDA[1]) تولیدی با استفاده از روش تیوباربیوتیک اسید (TBARS[2]) مورد ارزیابی قرار گرفتند، این روش بر اساس مقدار جذب نوری کمپلکس صورتی رنگ حاصل از واکنش یک مولکول مالون دی آلدئید با دو مولکول TBARS استوار است (۱۱). برای تعیین pH گوشت، پنج گرم از نمونه ران در ۲۵ میلی‌لیتر آب مقطر با دستگاه هموژنایزر (IKA® T25 آلمان، مدل ULTRA-TURRAX®) هم زده تا یکنواخت گردید، سپس با استفاده از گاز استریل صاف و به کمک دستگاه pH متر (SELECTA اسپانیا، مدل RS 232)، در دمای اتاق، pH نمونه‌ها اندازه‌گیری گردید (pH متر با بافرهای ۴ و ۷ کالیبره شد) (۱۴). برای تعیین ظرفیت نگهداری آب، یک گرم از نمونه ران را در کاغذ صافی پیچیده و در لوله‌های فالکون ۱۵ میلی‌لیتری به مدت چهار دقیقه در سانتریفیوژ (Hettich آلمان، مدل UNIVERSAL 320R) قرار داده و سرعت سانتریفیوژ روی ۱۵۰۰ دور در دقیقه تنظیم شد. نمونه پس از سانتریفیوژ به آرامی با پارچه کتان خشک و وزن شد، پس از توزین، نمونه به مدت ۲۴ ساعت در آون (شرکت فاطر الکترونیک) با دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد قرار داده شد و سپس دوباره وزن گردید (۹). برای اندازه گیری افت خونابه یک قطعه از گوشت ران (بدون چربی خارجی و بافت همبند) با ضخامت ۲/۵ سانتی‌متر وزن گردید (وزن اولیه) و در پوشش پنبه‌ای قرار داده شد، سپس نمونه مورد نظر در پاکت پلاستیکی گذاشته شد و به‌مدت ۲۴ ساعت در دمای چهار درجه سانتی‌گراد قرار گرفت. سپس رطوبت گوشت به‌آرامی به‌وسیله پارچه کتانی گرفته شد و دوباره وزن گردید (۱۰). برای اندازه گیری افت بعد از پخت یک سانتی‌متر مکعب از ران بریده و وزن گردید، قطعه جدا شده گوشت به مدت ۲۴ ساعت در دمای چهار درجه سانتی‌گراد نگهداری شد، پس از آن به مدت ۱۰ دقیقه در حمام آب گرم در دمای ۸۵ درجه سانتی‌گراد قرار داده شد به‌طوری که دمای عمق گوشت به ۷۰ درجه سانتی‌گراد برسد. در مرحله آخر نمونه به آرامی با پارچه کتان خشک و دوباره وزن گردید (۷). اندازه‌گیری رنگ گوشت ران بر اساس سامانه ارزیابی رنگ روشنایی (L*)، رنگ قرمزی (a*) و رنگ زردی (b*) با پنج بار تکرار انجام شد. از نمونه‌های گوشت عکس‌هایی با وضوح بالا توسط یک دوربین دیجیتال (Nikon P510, 16 mega pixels) گرفته شد و تصاویر دیجیتال نمونه‌ها در مدل Lab برای به‌دست آوردن شاخص‌های رنگ* با استفاده از نرم افزار فتوشاپ[3] آنالیز شد (۱).

جهت تعیین درصد خاکستر استخوان درشت نی، از هر واحد

1- Malondialdehyde
2- Thiobarbituric acid reactive substances
3- Photoshop CC version 2019

آزمایشی یک پرنده به طور تصادفی انتخاب و استخوان درشت‌نی راست به طور کامل از بافت نرم جدا شد. سپس استخوان‌ها به مدت ۲۴ ساعت در آون با دمای ۱۰۵ درجه سانتی‌گراد خشک شده سپس نمونه‌ها آسیاب شدند و درصد خاکستر با سوزاندن آن ها داخل بوته چینی در کوره الکتریکی با دمای ۶۰۰ درجه سانتی گراد تعیین شد (۵).

داده های حاصل از آزمایش در قالب طرح کاملا تصادفی و با استفاده از رویه GLM نرم افزار SAS مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفتند و میانگین‌ها و تابعیت‌های خطی و درجه دو توسط آزمون توکی در سطح آماری پنج درصد مقایسه شدند. مدل آماری طرح به صورت زیر بود:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + E_{ij}$$

در این مدل: Y_{ij} = میانگین مشاهده jام از تیمار iام، μ = میانگین جامعه، T_i = اثر i امین تیمار و E_{ij} = اشتباه تصادفی بود.

نتایج و بحث

اثر تیمارهای آزمایشی بر عملکرد پرندگان در جدول ۳ نشان داده شده است. نتایج حاصله نشان می‌دهد هیچ‌کدام از شاخص‌های عملکردی، تحت تاثیر تیمارهای آزمایشی قرار نگرفتند (جدول ۳). نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد افزایش وزن روزانه جوجه‌های تغذیه شده با سطوح مختلف بیوچار با تیمار شاهد تفاوت معنی داری نداشت که با نتایج برخی تحقیقات مطابقت داشت (۲۲ و ۲۳). در حالی که با نتایج بعضی از تحقیقات مبنی بر بهبود وزن جوجه‌های گوشتی تغذیه شده با جیره حاوی مکمل اسید هیومیک در تضاد بود (۱۲، ۳۲ و ۳۵). نتایج تحقیق محمدصادقی (۱۳۹۶) نشان داد که جایگزینی کامل مکمل معدنی جیره پایه با کمپلکس مواد هیومیک بر وزن بدن تاثیری نداشت (۲۲). مطالعه Nagaraju و همکاران (۲۰۱۴) در زمینه مصرف مکمل اسید هیومیک در جیره جوجه‌های گوشتی نشان داد میانگین وزن بدن جوجه‌های گوشتی تحت آزمایش در همه تیمارها با هم مشابه بوده و بیان شد مکمل اسید هیومیک نقش چندانی در افزایش وزن بدن ایفا نمی‌کند (۲۳). نتایج پژوهش دیگری نشان داد که استفاده از اسید هیومیک در آب آشامیدنی جوجه‌های گوشتی سبب افزایش وزن بدن در مقایسه با گروه شاهد (بدون اسید هیومیک) شد و این بهبود وزن به افزایش سطح جذب در نتیجه افزایش طول پرزهای روده نسبت داده شد (۲۰). در تحقیق Taklimi و همکاران (۲۰۱۲) وزن نهایی جوجه‌های گوشتی تغذیه شده با جیره پایه به اضافه ۰/۳ درصد اسید هیومیک نسبت به گروه شاهد (فاقد افزودنی) بیشتر شد (۳۵). در تحقیق حاضر به نظر می‌رسد تامین کافی مواد معدنی در تیمارهای حاوی بیوچار در مقایسه با تیمار شاهد، سبب شده که عملکرد رشد پرندگان در مقایسه با گروه شاهد تفاوتی نداشته باشد. نتایج آزمایشی نشان داد استفاده از ۴۵۰ppm اسید هیومیک در آب آشامیدنی جوجه‌های گوشتی، وزن بدن کاهش یافت (۲۷). در تحقیقی دیگر استفاده از سطوح ۰/۵ ، ۱ و ۲/۵ درصد اسید هیومیک به صورت افزودنی در جیره جوجه‌های گوشتی سبب کاهش وزن بدن و بهبود ضریب تبدیل غذایی شد (۳۱). شاید دلیل این اختلاف نظرات مربوط به منشا اسید هیومیک مصرفی و یا نحوه و میزان استفاده از آن باشد.

جمس و همکاران (۲۵) با انجام آزمایشی، مکمل‌های معدنی و ویتامینی را از جیره‌های غذایی مرحله‌ی رشد و پایانی جوجه‌های گوشتی بدون داشتن اثر سوء بر عملکرد آن‌ها حذف نمودند (۲۵). در تحقیق دیگری کاهش و یا حذف مکمل‌های معدنی به مدت زمان دو هفته در مرحله‌ی پایانی پرورش جوجه‌های گوشتی، اثر سوئی بر افزایش وزن و ضریب تبدیل غذایی نداشت (۲۶). نتایج مطالعه سیاه پور و همکاران (۲۰۱۰) درخصوص بررسی اثر زمان حذف مکمل‌های ویتامینی و معدنی بر رشد و عملکرد جوجه‌های گوشتی نشان داد، حذف مکمل‌های ویتامینی و معدنی از ۷، ۱۴ و ۲۱ روزگی، افزایش وزن روزانه و مصرف خوراک روزانه را کاهش و سبب افزایش ضریب تبدیل غذایی شد اما حذف از ۲۸ و ۳۵ روزگی بر عملکرد رشد اثر معنی‌داری نداشت (۳۴).

نتایج حاصل از این آزمایش نشان داد در هیچ یک از بازه‌های زمانی پرورش جوجه‌ها، افزایش وزن روزانه تحت تاثیر تیمارهای آزمایشی قرار نگرفت. مطابق با این پژوهش، بررسی نتایج برخی از محققین نشان می‌دهد استفاده از سطوح ۰/۱ تا ۲/۵ درصد هیومات در جیره جوجه‌های گوشتی بر افزایش وزن روزانه اثر نداشته است (۱۶، ۱۹ و ۳۸). همچنین استفاده از ۲/۵ کیلوگرم اسید هیومیک در هر تن خوراک مصرفی بر وزن زنده و افزایش وزن روزانه تاثیر نداشته است (۱۷). نتایج تحقیق دیگری نشان داد که استفاده از سطوح مختلف صفر، ۷/۵، ۱۵ و ۲۲/۵ گرم اسید هیومیک بر کیلوگرم جیره، بر افزایش وزن روزانه اثر نداشت (۲۸). هاکان و همکاران (۲۰۱۲) گزارش کردند که اسید هیومیک بر افزایش وزن روزانه بدن تاثیر ندارد (۱۳). در مطالعه دیگری استفاده هم‌زمان اسید هیومیک و پروبیوتیک در تغذیه جوجه‌های گوشتی تاثیری بر افزایش وزن روزانه نداشت (۲۲). نتایج حاصل از تحقیق احمدی و کریمی‌ترشیزی (۳) نشان داد استفاده از سطوح مختلف ۰/۲، ۰/۴، ۰/۶، ۰/۸ و۱ درصد ورمی هوموس (منبع اسید هیومیک) بر افزایش وزن روزانه بلدرچین‌های ژاپنی اثری نداشت. برخلاف این تحقیقات و تحقیق حاضر، گزارشاتی مبنی بر افزایش اضافه وزن روزانه جوجه‌های گوشتی با تغذیه با اسید هیومیک نسبت به گروه شاهد ارائه شد (۲۰). نتایج حاصل از آزمایش دیگری نشان داد جایگزینی ۰/۱۲۵ درصد مکمل مواد هیومیکی به جای نیمی از مکمل معدنی افزایش وزن روزانه را در انتهای دوره پرورش جوجه‌های گوشتی بهبود بخشید و گزارش شد که افزودنی‌های خوراک با بهبود فلور میکروبی دستگاه گوارش پرندگان و مقاوم نمودن پرنده در برابر عوامل بیماری‌زا، در بهبود رشد نقش دارند (۳۲). در تحقیق دیگری گزارش شد حذف مکمل‌های

ویتامینی و معدنی در ۱ و ۲ هفته آخر دوره پرورش (دوره پایانی) اثری روی افزایش وزن روزانه نداشت اما حذف این مکمل‌ها در دوره آغازین، افزایش وزن روزانه را کاهش داد و بیان شد به‌دلیل افزایش ضریب تبدیل غذایی در دوره‌های پایانی و افزایش میزان مصرف خوراک، مقدار دریافت ویتامین‌ها و مواد معدنی از مواد خوراکی موجود در جیره به مراتب بیشتر از دوره آغازین می‌باشد و نیاز جوجه‌ها بدون افزودن مکمل‌های ویتامینی و معدنی تامین می‌شود (۳۴). نتایج حاصله از تحقیق حاضر نشان داد حذف مکمل های معدنی و جایگزینی آن با ماده بیوچار تاثیر سوئی بر افزایش وزن روزانه حتی در دوره آغازین جوجه ها نداشت.

جدول ۳- تأثیر سطوح مختلف بیوچار بر عملکرد جوجه های گوشتی در کل دوره پرورش

Table 3-The effect of different levels of Biochar on broiler chickens performance throughout the breeding period

تیمارهای آزمایشی Experimental groups	وزن بدن Body weight (g)	مصرف‌خوراک Feed intake (g/b/d)	افزایش وزن روزانه Daily weight gain (g/b/d)	ضریب تبدیل غذایی Feed conversion ratio (g/b/d)	درصد ماندگاری Viability (%)	شاخص بازده تولید Production efficiency factor
شاهد Control (Zero)	2413.3	83.49	53.94	1.55	84	312.61
۲۵ درصد بیوچار 25% Biochar	2330.6	81.58	53.14	1.54	94	338.85
۵۰ درصد بیوچار 50 % Biochar	2267.5	83.82	52.69	1.59	98	335.78
۷۵ درصد بیوچار 75% Biochar	2364.0	83.73	54.07	1.55	92	334.62
۱۰۰ درصد بیوچار 100% Biochar	2321.7	82.87	53.01	1.56	90	319.65
SEM[1]	48.41	1.352	1.233	0.036	3.16	18.37
سطح معنی داری P-Values	0.336	0.756	0.912	0.790	0.06	0.812
خطی Linear	0.341	0.630	0.995	0.655	0.06	0.452
درجه دوم Quad	0.079	0.508	0.387	0.618	0.02	0.465

[1] SEM: Standard Error of Mean

به‌طور کلی، بر اساس نتایج آزمون تجزیه واریانس اضافه نمودن بیوچار به جیره تأثیر معنی داری بر ضریب تبدیل غذایی نداشت (جدول۳). نظر به این‌که ضریب تبدیل خوراک متـأثر از دو فـاکتور میـزان مصـرف خـوراک و میـزان افزایش وزن بدن می‌باشد، بنابراین نتایج بـه‌دسـت آمـده از ضـریب تبدیل خوراک با نتایج به‌دست آمده از میزان مصرف خوراک و میزان افزایش وزن بدن هم‌خوانی دارد. به‌طوری‌که تفاوت معنی‌داری از نظر ضریب تبدیل بین جوجه‌های تغذیه شده با جیره حاوی بیوچار و جوجـه‌هـای تغذیه شده با جیره شاهد وجود ندارد. مشابه این تحقیق گزارش شد جایگزینی مکمل مواد معدنی جیره با کمپلکس مواد هیومیکی و پروبیوتیکی تاثیری بر ضریب تبدیل غذایی نداشته است (۲۲). نتایج تحقیقی نشان داد تغذیه جوجه‌های گوشتی با اسید هیومیک (افزودن ۳۰۰ppm اسید به آب آشامیدنی) موجب بهبود ضریب تبدیل غذایی نشد و احتمال دادند دلیل آن نامناسب بودن دُز اسید هیومیک مصرفی در آب و یا عدم وجود تنش در محیط آزمایش باشد (۲۸). گزارش شده است افزودن اسید هیومیک به میزان ۰/۳ درصد به جیره جوجه‌های گوشتی، سبب بهبود ضریب تبدیل غذایی شد (۳۵). بر اساس نتایج گزارشات دیگر محققین، اسید هیومیک عملکرد حیوان (دام وطیور) را بهبود می‌بخشد (۱۹ و ۳۱ و ۳۵). مطابق با تحقیق سیاه‌پور و همکاران (۲۰۱۰)، حذف مکمل‌های ویتامینی و معدنی در دو هفته پایانی دوره پرورش تاثیر سوئی بر ضریب تبدیل غذایی نداشت و دلیل آن را کاهش نیاز جوجه‌ها به ویتامین‌ها و مواد معدنی در سنین بالاتر و تامین این مواد مغذی از طریق سایر اجزای جیره و همچنین عدم تفاوت معنی‌دار میزان مصرف خوراک و افزایش وزن روزانه در این سنین مرتبط دانستند (۳۴).

نتایج این آزمایش نشان داد درصد ماندگاری گله و شاخص تولید تحت تاثیر تیمارهای آزمایشی قرار نگرفت. عدم تأثیر اسید هیومیک بر درصد ماندگاری جوجه‌های گوشتی توسط سایر محققین گزارش شده است (۱۹ و ۳۰). جایگزینی سطوح مختلف بیوچار به‌عنوان منبع اسید

هیومیک با مکمل معدنی جیره، تأثیر نامطلوبی بر سلامتی پرنده‌های تحت آزمایش نداشت. نبود تفاوت بین درصد ماندگاری تیمارهای تغذیه شده با سطوح مختلف ورمی‌هوموس در جیره بلدرچین‌های ژاپنی توسط احمدی و کریمی ترشیزی در سال ۱۳۹۴ گزارش شد (۳). در مطالعه‌ای حذف طولانی‌مدت مکمل‌های ویتامینی و معدنی از جیره جوجه‌های گوشتی، تا حدودی تلفات را افزایش داد و بیشترین تلفات در دو هفته آغازین دوره پرورش دیده شد و حذف مکمل‌های ویتامینی و معدنی از هفت، ۱۴ و ۲۱ روزگی دوره پرورش، سبب افت شاخص تولید و افزایش هزینه‌های خوراک شد (۳۴).

کیفیت گوشت مصرفی، تحت تاثیر خصوصیات مختلفی چون ظاهر، رنگ، محتوای چربی، طعم، بو، آب‌دار بودن بافت و تردی آن قرار دارد. دو صفت کیفی مهم گوشت، ماربلینگ (چربی درون ماهیچه) و تردی می‌باشند. عوامل آنزیمی دخیل در پروسه تردی گوشت، پروتئین‌های درون خود عضله هستند که در pH پائین پس از کشتار در عضله فعال می‌شوند. پس از کشتار، کاهش pH و گلیکوژن و تجمع اسیدلاکتیک شرایط ترد شدن گوشت را فراهم می‌نماید. اما به‌نظر می رسد تردی نهایی گوشت تحت تاثیر پروتئینازهای داخل عضلات بویژه خانواده کالپین ها است (۳۶). یکی از فاکتورهای مهمی که بر کیفیت گوشت تاثیر می‌گذارد اکسیداسیون چربی‌ها است که بر رنگ بافت و ارزش غذایی گوشت اثرسوء دارد. مالون دی‌آلدئید (MDA) محصول نهایی و اصلی پراکسیداسیون چربی‌ها می‌باشد که به‌عنوان شاخصی برای اندازه‌گیری میزان اکسیداتیو درنظر گرفته شده است (۳۲).

جدول ٤- تاثیر تیمارهای آزمایشی بر شاخص‌های کیفیت گوشت جوجه‌های گوشتی در سن ۴۲ روزگی[۱]

Table 4- The effect of experimental diets on Meat quality parameters[1]

تیمارهای آزمایشی Experimental groups	pH	TBARS[2] (μg/kg)	ظرفیت نگه‌داری آب WHC[3] (٪)	افت در نتیجه پخت Cooking loss (٪)	افت خونابه Dripping loss (٪)
شاهد Control (Zero)	6.39[b]	0.51	63.40	27.28	6.25[a]
۲۵ درصد بیوچار 25% Biochar	6.46[ab]	0.20	62.80	33.97	5.67[ab]
۵۰ درصد بیوچار 50 % Biochar	6.38[b]	0.14	66.20	28.98	5.58[ab]
۷۵ درصد بیوچار 75% Biochar	6.64[a]	0.16	65.20	29.12	4.71[b]
۱۰۰ درصد بیوچار 100% Biochar	6.33[b]	0.14	66.36	30.30	5.34[ab]
SEM[4]	0.064	0.163	1.181	2.560	0.357
سطح معنی داری P-Values	0.025	0.465	0.152	0.454	0.027
خطی Linear	0.033	0.537	0.111	0.962	0.027
درجه دوم Quad	0.169	0.754	0.867	0.215	0.679

[۱]در هر ستون اعداد با حروف غیر مشترک دارای اختلاف معنی‌داری می‌باشند (P<۰/۰۵).

[1] Mean within the same row with different letters differ significantly (P<0.05).
[2]ThioBarbituric Acid Reactive Substance
[3] Water Holdinge Capacity
[4] SEM: Standard Error of Mean

نتایج مربوط به کیفیت گوشت جوجه‌های گوشتی تغذیه شده با تیمارهای آزمایشی در جدول ۴ آورده شده است. میزان TBARS، ظرفیت‌نگهداری آب و افت در نتیجه پخت تحت تاثیر تیمارهای آزمایشی قرار نگرفت ولی مقدار pH گوشت به‌طور معنی‌داری در تیمار-های ۷۵ و ۲۵ درصد بیوچار نسبت به سایر تیمارها بیشتر (P <۰/۰۵) و روند تغییرات آن بصورت خطی بود. همچنین افت خونابه در تیمار ۷۵ درصد بیوچار به طور معنی داری نسبت به گروه شاهد کمتر و نسبت به سایر تیمارها تفاوت معنی داری نداشت (P <۰/۰۵).

نتایج مطالعه حاضر نشان داد استفاده از ماده بیوچار در جیره جوجه-های گوشتی، سبب بهبود شاخص رنگ قرمزی(a*) گوشت ران شد. به طوری‌که با افزایش سطح بیوچار مقدار شاخص قرمزی (a*) گوشت به طور خطی افزایش یافت اما سطح ۱۰۰ درصد بیوچار از روند افزایشی

پیروی نکرد. دلیل افزایش شاخص‌های رنگ قرمزی را می‌توان به وجود مقادیر اندک مواد معدنی نظیر: آهن، منگنز و مس در ماده بیوچار دانست که در ساخت رنگدانه‌های گوشت نقش دارند. مقدار شاخص رنگ روشنایی(L*) و زردی گوشت ران جوجه‌های گوشتی تغذیه شده با ماده بیوچار با گروه شاهد تفاوتی نداشت.

در تحقیقی گزارش شد مصرف ۰/۱ درصد هیومات در جیره جوجه-های گوشتی سبب بهبود رنگ گوشت سینه و ران شد (۱۶). نتایج حاصل از پژوهش خواجوی و همکاران (۲۰۱۵) نشان داد استفاده از ورمی هوموس در سطح ۱ درصد در جیره جوجه‌های گوشتی به عنوان منبع اسید هیومیک، سبب افزایش معنی دار روشنایی و رنگ گوشت عضله سینه در مقایسه با گروه شاهد شد (۱۸). در تیمارهایی که از مقادیر ۱۵ و ۲۲/۵ گرم بر لیتر آب استفاده کرده بودند قرمزی گوشت (شاخص a*) افزایش یافت. در تحقیق دیگری استفاده از سدیم هیومات و کمپلکس مواد هیومیکی در تغذیه جوجه‌های گوشتی، تاثیری بر شاخص‌های روشنایی، قرمزی و زردی گوشت نسبت به گروه شاهد نداشت (۳۲). پژوهش دیگری نشان داد جایگزینی مکمل مواد معدنی جیره با کمپلکس مواد هیومیکی و ترکیب آن با پروبیوتیک تاثیری بر رنگ گوشت (روشنایی، قرمزی و زردی) نداشت (۲۲). بر اساس نتایج خواجوی و همکاران (۲۰۱۵)، اسید هیومیک بر رنگ گوشت تاثیر می-گذارد اما نحوه عمل آن هنوز مشخص نیست (۱۸).

جدول ۵- تاثیر تیمارهای آزمایشی بر رنگ گوشت و خاکستر استخوان جوجه‌های گوشتی[۱]

Table 5- The effect of experimental diets on Meat color and Bone Ash Broiler Chickens[1]

تیمارهای آزمایشی Experimental groups	روشنایی L[2]*	قرمزی a[3]*	زردی b[4]*	خاکستر استخوان Bone Ash
شاهد Control (Zero)	21.28[c]	35.40[c]	22.64[b]	41.36
۲۵ درصد بیوچار 25% Biochar	22.88[bc]	36.40[bc]	24.40[ab]	42.08
۵۰ درصد بیوچار 50 % Biochar	27.44[a]	40.56[a]	26.04[a]	38.57
۷۵ درصد بیوچار 75% Biochar	26.06[ab]	39.16[ab]	25.08[ab]	40.26
۱۰۰ درصد بیوچار 100% Biochar	22.28[c]	35.96[bc]	22.26[b]	40.80
SEM[5]	0.823	0.802	0.682	1.152
سطح معنی داری P-Values	<0.001	0.001	0.004	0.294
خطی Linear	<0.001	0.003	0.008	0.202
درجه دوم Quad	0.132	0.150	0.060	0.678

[۱]در هر ستون اعداد با حروف غیر مشترک دارای اختلاف معنی‌داری می‌باشند ($P<0.05$).

[1] Mean within the same row with different letters differ significantly ($P<0.05$).
[2] Lightness
[3] Redness
[4] Yellowness
[5] SEM: Standard Error of Mean

میزان خاکستر استخوان تحت تاثیر تیمارهای آزمایش قرار نگرفت. نتایج مربوط به خاکستر استخوان جوجه‌های گوشتی تغذیه شده با تیمارهای آزمایشی در جدول ۵ آورده شده است. موافق با این تحقیق، نتایج پژوهش خواجویی و همکاران (۲۰۱۵) نشان داد استفاده از سطوح مختلف ورمی‌هوموس (صفر، ۰/۵، ۱، ۱/۵ و ۲ درصد) به‌عنوان منبع اسید هیومیک در جیره جوجه‌های گوشتی، بر میزان کلسیم، فسفر سرم و خاکستر استخوان درشت‌نی تاثیر نداشت (۱۸). شلایی و همکاران (۱۳۹۵)، نشان دادند استفاده از مکمل اسیدآلی در جیره مرغان تخم‌گذار می‌تواند اثرات مفیدی بر خصوصیات استخوان درشت‌نی مرغان تخم-گذار داشته باشد و اظهار داشتند بهبود مقاومت استخوان درشت‌نی مرغان تخم‌گذار در اثر مصرف مکمل اسید آلی می‌تواند به‌دلیل کاهش اسیدیته (pH) قسمت‌های مختلف دستگاه‌گوارش و در نتیجه افزایش خاکستر استخوان باشد (۳۳). افزایش خاکستر استخوان به‌دلیل بهبود وضعیت استخوان‌ها در نتیجه افزایش ذخایر مواد معدنی است. به‌نظر

می‌رسد استفاده از بیوچار در جیره جوجه‌های گوشتی، سبب افزایش میزان کلسیم و نرخ رسوب آن در استخوان نشده است. عدم تغییر میزان خاکستر استخوان در جوجه‌های گوشتی تغذیه شده با ماده بیوچار حاوی اسید هیومیک در این آزمایش احتمالا، به دلیل مناسب و متعادل بودن سطح کلسیم و فسفر در جیره بوده و در نتیجه به‌علت عدم تاثیر اسید هیومیک موجود در بیوچار بر غلظت‌های سرمی این دو عنصر، میزان خاکستر استخوان تغییر نیافته است یا این‌که با تامین کافی مواد معدنی در تیمارهای حاوی بیوچار در مقایسه با تیمار شاهد، سبب شده خاکستر استخوان با گروه شاهد تفاوتی نداشته باشد.

نتایج مربوط به هزینه خوراک مصرفی برای هر کیلو گرم وزن زنده در کل دوره پرورش جوجه‌های گوشتی در جدول ۶ آورده شده است.

هزینه هر کیلوگرم افزایش وزن بدن تحت تاثیر حذف مکمل معدنی جیره و جایگزینی آن با سطوح مختلف بیوچار در جیره جوجه‌های گوشتی قرار نگرفت. بر اساس گزارش سیاه‌پور و همکاران (۲۰۱۰)، حذف مکمل‌های ویتامینی و معدنی در دو هفته آخر دوره پرورش از نظر عملکرد و هزینه خوراک اختلاف معنی‌داری با گروه شاهد نداشت (۳۴). حذف مکمل‌ها در هفته آخر دوره پرورش میزان هزینه خوراک را حدود ۱/۱ درصد نسبت به گروه شاهد کاهش داد و گزارش شد حذف مکمل‌های ویتامینی و معدنی از جیره جوجه‌های گوشتی در هفته آخر دوره پرورش بدون اثر سوء بر عملکرد رشد باعث کاهش هزینه‌های تولید می‌شود.

جدول ٦- تأثیر تیمارهای آزمایشی بر هزینه خوراک مصرفی برای هر کیلوگرم وزن زنده در کل دوره پرورش جوجه های گوشتی

Table 6-The effect of experimental diets on cost of feed consumed per kg live weight over the whole period broiler chickens.

تیمارهای آزمایشی Experimental groups	قیمت تولید هر کیلو پرنده زنده (ریال) Production price/kg of live birds (Rls)	تفاوت قیمت هر جیره با جیره شاهد The difference in price per kilogram of rations with the control ration
شاهد Control (Zero)	32100	0
۲۵ درصد بیوچار 25% Biochar	32000	10
۵۰ درصد بیوچار 50 % Biochar	31980	12
۷۵ درصد بیوچار 75% Biochar	31420	68
۱۰۰ درصد بیوچار 100% Biochar	30990	111
SEM[1]	561.84	1.352
سطح معنی داری P-Values	0.583	0.756
خطی Linear	0.417	0.630
درجه دوم Quad	0.685	0.508

[1] SEM: Standard Error of Mean

Refrences

1. Abbasvali, M., S. Shahram Shekarforoush, M. Aminlari, and H. Ebrahim nejad. 2012. Effects of Medium-Voltage Electrical Stimulation on Postmortem Changes in Fat-Tailed Sheep. Journal of Food Science, 77(1):47-53.
2. Afshar, M. 1997. Effect of vitamin supplements with different levels of vitamin on layer hens performance. MSc thesis. Agricultural College, University of Tehran. (In Persian).
3. Ahmadi, M., and M. A. Karimi Torshizi. 2015. Evaluation of vermicompost supplementation in Japanese quail diet. Iranian Journal of Animal Science Research, 7(1):66-76. (In Persian).
4. Aiken, G. R., D. M, Mc Knight, R. L. Wershaw, and P. Mac Carthy. 1985. Humic substances in soil, sediment, and water-geochemistry, isolation, and characterization. Wiley, New York, USA.
5. AOAC. 1995. Official Methods of Analysis, 16th ed. Association of Official Analytical Chemists, Arlington, V. A.

6. Aviagen. 2013. Ross 308 Broiler. Nutrition Specification. (www. Aviagen.com)
7. Bertram, H. C., H. J. Andersen, A. H. Karlsson, P. Horn, J. Hedegaard, L. Norgaard, and S. B, Engelsen. 2003. Prediction of technological quality (cooking loss and Napole yield) of pork based on fresh meat characteristics. Meat Science, 65:707–712.
8. Boulianne, M., and A. J. King. 1998. Meat color and biochemical characteristics of unaccepted dark-colored broiler chicken carcasses. Food Science, 63(5):759-762.
9. Boutoh, P. E., W. R. Harise, and W. R. Shortose. 1971. Effect of ultimate pH on upon the water holding capacity and tenderness of mutton. Food Science, 36:435-39.
10. Christensen, L. B. 2003. Drip loss sampling in porcine m. longissimus dorsi. Meat Science, 63(4):469-477.
11. Dwivedi, S., M. N. Vasavada, and D. Cornforth. 2006. Evaluation of Antioxidant Effects and Sensory Attributes of Chinese 5-Spice Ingredients in Cooked Ground Beef. Journal of Food Science, 71(1):12-17.
12. Eren, M., G. Deniz, S. S. Gezen, and I. I. Turkmen. 2000. Effects of humates supplemented to the broiler feeds on fattening performance, serum mineral concentration and bone ash. Ankara Universitesi Veteriner Fakultesi Dergis, 47:255-263.
13. Hakan, K., Y. Gultekin, and S. Ozge. 2012. Effect of boric acid and humate supplementation on performance and egg quality parameters of laying hens. Revista Brasiliera de Ciencia Avicola, 14:283-289.
14. Jang, A., X. D. Liu, M. H. Shin, B. D. Lee, S. K. Lee, J. H. Lee, and C. Jo. 2008. Antioxidative potential of raw breast meat from broiler chicks fed a diatary medicinal herb extract mix. Poultry Science, 87(11):2382-2389.
15. Jamali, b. 2015. Biochar, The Old Idea for Future Agriculture. Today's Opportunity for Entrepreneurship.
16. Karaoglu, M., M. Macit, N. Esenbuga, H. Durdag, L. Turgut, and OC. Bilgin. 2004. Effect of supplemental humate at different levels on the growth performance slaughter and carcass traits broilers. International Journal of Poultry Science, 3:406-410.
17. Kaya, A. C., B. E. Kurumu, and D. S. Tuncer. 2009. Effect of humates on fattening performance, carcass quality and some blood parameters of broilers. Jornal of Animal and Veterinary Advances, 8:281-284.
18. Khajavi, H., M. Karimi Torsizi, and H. Ahmadi. 2015. Effect of feeding different levels of dietary vermi-humus on growth performance and meat quality in broiler chickens. Animal Production, 16(2):113-122. (In Persian).
19. Kocabagli, N., M. Alp, N. Acar, and R. Kahraman. 2002. The effects of dietary humate supplementation on broiler growth and carcass yield. Poultry Science, 81:227–230.
20. Lala, A O., N. Okwelum, A. O. Oso, A. O. Ajao, and A. A. Adegbenjo. 2017. Response of broiler chickens to varying dosage of humic acid in drinking water. National Animal Production Research Institute, 29(1):288-294.
21. Mirhidari, A., M. Tarbiatnejad, S. Hosseini, and P. Shakeri. 2016. Effect of biochemical use of pistachio byproduct on yield, microbial protein and some rumen and blood parameters of fattened lambs. Journal of Animal Science (Research and Construction), 117:151-162. (In Persian).
22. Mohammad Sadeghi, F. 2018. Study of substituting the mineral premix diet with complex of humic material and its combination with probiotics on performance, intestinal morphology, immune response and meat quality of broilers. Master thesis. Shahid Bahonar University of Kerman, Iran.
23. Nagaraju, R., B. Reddy, R. Gloridoss, B. Suresh, and C. Ramesh. 2014. Effect of dietary supplementation of humic acids on performance of broilers. The Indian Journal of Animal Science, 84:447-452.
24. Nieto, G., P. Daz, S. Ban, and M. Garrido. 2010. Effect on lamb meat quality of including thyme (Thymus zygis ssp. Gracilis) leaves in ewes, diet. Meat Science, 85:82-88.
25. Nobakht, A., F. Mazlum, S. Khodaii, and G. A. Pish-Jang. 2008. Evaluation of the effects of reducing or eliminating mineral and vitamin supplements from diets of growing and ending periods on broiler performance. Journal of Veterinary Medicine, Islamic Azad University, 4:39-46. (In Persian).
26. Nobakht, A. 2013. Effects of different levels of mineral and vitamin supplements on performance of laying hens with rations wheat and corn base. Iranian Journal of Animal Science Research, 4(4):283-291.
27. Ozturk, E., N. Ocak, I. Coskun, S. Turhan, and G. Erener. 2010. Effects of humic substances supplementation provided through drinking water on performance, carcass traits and meat quality of broilers. Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition, 94:78-85.
28. Ozturk, E., N. Ocak, I. Coskun, G. Erener, M. Devsoglo, and S. Turhan. 2014. Performance, meat quality, meat mineral contents and caecal microbial population responses to humic substances administered in drinking water in broilers. British Poultry Science, 55(5):668-674.
29. Peter Schmidt, H. 2012. Biochar in poultry farming. Ithaka Journal, 1:262-264.
30. Rahmani, H., and W. Speer. 2005. Natural additives influence the performance and humoral immunity of broilers. Poultry Science, 4:713-717.
31. Rath, N., W. Huff, and G. Huff. 2006. Effects of humic acid on broiler chickens. Poultry Science Journal, 85:410-414.
32. Shadravan, A. 2018. The effect of sodium humate and complex of humic substances on growth performance, intestinal morphology and immune response of broiler chickens. MSc thesis, Shahid Bahonar University of Kerman, Iran.

33. Shalaei, M., and S. Hosseini. (2016). Acidity of gastrointestinal tract and tibia characteristics of laying hens fed diets supplemented with antibiotic, organic acid, probiotic and prebiotic. Animal Production Research, 5(2):1-11. (In Persian).
34. Siahpour, S., M. A. Karimi Torshizi, F. Shariatmadari, and F. Nick Nafs. 2010. Investigating the effect of mineral and vitamin supplementation time on growth and economic performance of broiler chickens. Journal of Veterinary Research, 65(1):13-18. (In Persian).
35. Taklimi, S. M., H. Ghahri, and M. A. Isakan. 2012. Influence of different levels of humic acid esterified glucomannan on growth performance and intestinal morphology of broiler chickens. Journal of Agriculture, 3:663-668.
36. Varkuhi, S. H. 2014. Factors affecting the quality of poultry and meat. Second National Conference on Engineering and Management of Agriculture, Environment and Sustainable Natural Resources, Tehran, Permanent Secretariat of the Conference, Shahid Beheshti University.
37. Wang, Q., Y. Chen, J. Yoo, H. Kim, J. Cho, and I. Kim. 2008. Effects of supplemental humic substances on growth performance, blood characteristics and meat quality in finishing pigs. Livestock Science, 117(2-3):270-274.
38. Yalçin, S., A. Ergün, H. Erol, S. Yalçin, and B. Özsoy. 2005. Use of L-carnitine and humate in laying quail diets. Acta Veterinaria Hungarica, 53:361-370.

Iranian Journal of Animal Science Research
Vol. 13, No. 4, Winter 2022, p. 537-549

نشریه پژوهشهای علوم دامی ایران
جلد ۱۳، شماره ۴، زمستان ۱۴۰۰، ص. ۵۴۹-۵۳۷

Effect of the substitution of different levels of Biochar with mineral premix in diet on growth performance variables, meat quality and bone ash of broiler

Motahareh Kashef[1], Mohsen Afsharmanesh[2]*, Mohammad Salarmoini[2]

Submitted: 10-05-2020
Accepted: 13-03-2021

Kashef, M., M. Afsharmanesh, and M. Salarmoini. 2022. Effect of the substitution of different levels of Biochar with mineral premix in diet on growth performance variables, meat quality and bone ash of broiler. Iranian Journal of Animal Science Research 13(4):537-549.

Introduction Chicken meat is one of the most important foods and its economic production is essential. In industrial poultry farms, about 70 to 75 percent of production costs are related to feed costs. Therefore, one of the most important goals of poultry nutrition researchers, along with improving the performance and characteristics of poultry carcasses, is to reduce the cost of feed. In addition to edible materials, dietary feed includes feed additives that improve feed conversion, maintain bird health and, consequently, reduce costs and earn the most economic benefits. Any substance that can improve the health and safety of the digestive tract is of particular importance in feeding poultry. The presence of minerals in animal feed is necessary for the animal's metabolic processes. In fact, they are catalyst for many enzymatic systems, and part of hundreds of molecules involved in intermediary metabolism, hormone secretion, antibacterial effects, and immune defense systems; as a result, it influences growth performance, meat quality and appetite of broiler chickens. Traditionally, according to various feeding standards, minerals are supplemented in broiler diet in the form of inorganic salts, i.e.: carbonates, oxides, or sulfates to provide the birds' requirements.

Therefore, one of the ways to reduce the cost of feed rations is to replace useful and low-cost compounds with mineral supplements. In recent decades, the use of feed additives in poultry diets has been considered to increase their production. One of these additives is humic compounds. Humic compounds are a compelex of compounds that are produced from the decomposition of organic matter, especially plants, soil and coal. Biochar is produced by pyrolysis from various types of biomass in a low-to-no oxygenthermal process at temperatures ranging from 350 to 1,000ºC. In addition to its use as a dietary supplement, the use of biochar in nutrition has been considered as a dietary supplement in recent years. It improves nutrition and thus better digestion and absorption of nutrients and limits the activity of toxins such as dioxin, glyphosate, mycotoxins and pesticides and reduces side effects on the gastrointestinal tract. This experiment was carried out to study the effects of replacement different levels of Biochar with the mineral supplement of diet on performance, meat quality, and bone ash in broiler chickens.

Materials and Methods This experiment was conducted with 250 male broiler chicks (Ross 308) in a completely randomized design with five treatments, and five replicates (10 birds per replicate) for 42 days. The treatments included: 1) control diet (without Biochar, contain mineral supplement), 2) control diet whit 25% Biochar plus 75% mineral supplement, 3) control diet whit 50% Biochar plus 50% mineral supplement, 4) control diet whit 75% Biochar plus 25% mineral supplement, 5) control diet whit 100% Biochar plus mineral supplement. Birds and feeds were weighed at days 1, 21, and 42 on a cage basis. The body weight gain, body weight, feed intake and feed conversion ratio were determined. The meat lipid oxidation was evaluated by thiobarbituric acid-reactive substances assay described previously. The pH of meat was measured with a pH meter by homogenizing 5 g of sample with 25 ml of distilled. To estimate the water holding capacity, one g of the meat samples were put in tissue paper inside a tube and centrifuged (for 4 min at 1500 g). Then meat samples were dried at 70˚C for 24

1- Graduate Student, Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, Shahid Bahonar University of Kerman, Kerman, Iran
2- Assistant Professor, Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, Shahid Bahonar University of Kerman, Kerman, Iran
*Corresponding Author Email: mafshar@uk.ac.ir
Doi:10.22067/ijasr.2021.38290.0

h. Cooking loss was determined via the difference between raw weight and cooked weight, and expressed as a percentage of the original weight. The drip loss was determined as the percentage of weight loss of meat samples under standardized conditions. Color values L* (lightness), a* (redness), and b* (yellowness) were determined with a previously described digital imaging method. The hue angle (arc tangent of b^*/a^*), and chroma (saturation index) $\sqrt{(a^{*2} + b^{*2})}$ were also determined. The crude ash of bone samples was analyzed according to standardized methods.

Results and Discussion In the whole period of experiment, the replacement of mineral supplements with Biochar could not make a significant difference on body weight, feed intake, food conversion rate (FCR), European Production Index, bone ash. Meat pH of birds fed 75% Biochar was higher than in all treatments and dripping loss of 75% Biochar was significantly lower than other treatments but here are no significant difference between other treatments. Brightness and yellowness were not affected by the experimental treatment, but the redness index was higher in 75% and 50% Biochar than in other treatments. Therefore, Biochar can replace dietary mineral supplements due to the presence of humic substances and the presence of mineral elements in its composition. Also, due to the low price of Biochar, the use of this substance instead of dietary mineral supplements, makes the use of minerals more desirable and reduces the cost of the diet of broilers. In the present study, the use of Biochar and its substitution with dietary supplements, due to its mineral content and humic acid, improved meat quality of broilers. Despite the lack of a significant difference between the price of a diet ration and a diet containing Biochar, it seems that the use of Biochar can replace dietary minerals and reduce the economic costs of the diet, which is an important issue in the poultry industry.

The lack of altered bone ash in broiler chickens fed Biochar containing humic acid in this experiment was probably due to the adequate and balanced levels of calcium and phosphorus in the diet and therefore due to the lack of effect of humic acid in Biochar . This result may be due to adequate supply of minerals in treatments containing Biochar compared to control group treatment that has made no change in bone ash from control group.

Conclusion In conclusion, the use of Biochar at 75% level without affecting the performance, improved the meat quality (meat pH, redness color index and dripping loss percentage) of broiler chickens.

Keywords: Drip loss, Economic index, Humic acid, Redness color index.